

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

СИНТЕЗ ЗЕМЛЕРИЙНОЇ І ДОРОЖНЬОЇ ТЕХНІКИ

Методичні вказівки
до виконання курсового проекту
для студентів спеціальності
133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації
«Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні,
меліоративні машини і обладнання»
усіх форм навчання

Київ 2021

УДК 69.002.5
С38

Укладач М.К. Сукач, д-р техн. наук, професор

Рецензент Ю.Д. Абрашкевич, д-р техн. наук, професор

Відповідальний за випуск Л.Є. Пелевін, канд. техн. наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри будівельних машин
ім. Ю.О. Ветрова, протокол № 14 від 24 лютого 2021 року.*

В авторській редакції

Синтез землерийної і дорожньої техніки: методичні вказівки
С38 до виконання курсового проекту / уклад.: М.К. Сукач. – Київ :
КНУБА, 2021. – 28 с.

Містять рекомендації до виконання курсового проекту з модернізації наявних та розробки нових землерийно-дорожніх машин. Зазначено основні етапи роботи, вимоги до пояснювальної записки і графічної частини проекту. Наведено робочу програму дисципліни.

Призначено для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації «Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання» усіх форм навчання.

є КНУБА, 2021

ЗМІСТ

Загальні положення.....	4
1. Курсове проектування.....	5
1.1. Зміст і обсяг курсового проекту.....	5
1.2. Порядок проектування.....	6
1.3. Науково-дослідна робота студентів.....	7
1.4. Пояснювальна записка.....	8
1.5. Графічна частина проекту.....	11
1.6. Тенденції та шляхи модернізації машин.....	12
2. Програма дисципліни.....	14
2.1. Предмет, мета і завдання.....	14
2.2. Тематичний план курсу і розподіл годин.....	16
2.3. Самостійна підготовка студентів.....	21
2.4. Контрольні запитання для самостійної підготовки.....	21
2.5. Контроль і оцінювання знань.....	24
2.6. Критерії оцінювання знань і навичок.....	25
2.7. Форми поточного контролю.....	27
Список рекомендованої літератури.....	28

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна «Синтез землерийної і дорожньої техніки» ґрунтується на досвіді, який студенти набули протягом навчання за базовими дисциплінами «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин» та фаховими – «Машини для земляних робіт», «Підйомно-транспортні машини», «Дорожні машини», «Вантажопідйомна, транспортуюча та транспортна техніка».

Курсовий проект виконується на першому курсі денної та заочної форм навчання магістрантами спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».

Він є завершальним етапом у підготовці студентів до виконання магістерської роботи і передбачає наявність у них достатнього рівня знань, конструкторських навичок, особистого досвіду та вміння користуватись довідковою літературою, у тому числі із застосуванням сучасних інформаційних технологій, проведення аналізу відомих технічних і технологічних рішень тощо.

Зважаючи на щільний графік навчального процесу магістрантів у передостанньому семестрі навчання, курсове проектування пропонується організувати таким чином. Тему курсового проекту вибирають з урахуванням майбутньої тематики дипломного проектування за наявності попередньо опрацьованого студентом матеріалу та за умови прикріплення до майбутнього керівника магістерської роботи.

Результати наукового пошуку і застосування інформаційних засобів, виконаного огляду та аналізу існуючої техніки, конструкторські рішення автора, розрахунки і висновки щодо вдосконалення землерийної і дорожньої техніки рекомендується частково або повністю використовувати у подальших дослідженнях і проектуванні під час виконання магістерської роботи.

1. КУРСОВЕ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Зміст і обсяг курсового проєкту

Мета проєкту

Курсове проектування **присвячене модернізації механізмів або вузлів** однієї з машини, що випускаються промисловістю (зазвичай робочого обладнання, ходової частини, трансмісії, приводу).

Мета проєкту полягає у набутті студентами навичок конструювання і закріпленні знань, отриманих ними у процесі вивчення дисципліни «Синтез землерийної і дорожньої техніки» та низки загальнотехнічних дисциплін.

Обсяг пояснювальної записки – **25...30 сторінок** формату А4, графічної частини – **3 аркуша** формату А1.

Структура пояснювальної записки

Пояснювальна записка вміщує:

- обґрунтування необхідності модернізації машини;
- опис сутності запропонованої модернізації;
- перевірний розрахунок основних параметрів машини;
- визначення параметрів механізму (вузла), що модернізується;
- встановлення розрахункових навантажень на машину;
- розрахунок деталей на міцність;
- питання охорони праці і навколишнього середовища;
- порівняння техніко-економічних показників запроектованої машини з існуючими у промисловості.

Структура графічної частини

У графічній частині курсового проєкту виконують креслення:

- загального вигляду проектованої машини (1 аркуш);
- механізмів, вузлів або схем (гідравлічних, кінематичних та ін.), що модернізуються (1,5 аркуша);
- однієї-двох характерних деталей (0,5 аркуша).

1.2. Порядок проєктування

Тема проєкту

Тема проєкту вибирається з таких напрямів:

- створення нової чи модернізація існуючої машини, призначеної для виконання одного або декількох видів земляних і дорожніх робіт;
- розробка або вдосконалення стендів, устаткування, спеціальної апаратури і приладів для дослідження робочих процесів землерийно-дорожніх машин.

Вимоги до проєкту

У курсовому проєкті необхідно довести техніко-економічні або соціальні переваги запропонованих проєктних рішень порівняно з існуючими. Залежно від ступеня новизни і складності поставлених задач робота може виконуватись на рівні та в обсязі *технічної пропозиції* або *ескізного проєкту*. Більш глибоку розробку окремих елементів доцільно виконувати на рівні *технічного* і навіть *робочого проєктування*. Можна включати в проєкт робочі креслення і технологію виготовлення окремих деталей, розробку необхідних пристроїв тощо.

Завдання на проєктування

Завдання на проєктування повинно містити:

- назву теми проєкту;
- вихідні дані для проєктування;
- перелік основних розділів пояснювальної записки та листів графічної частини.

Вихідні дані

Вихідними даними під час проєктування землерийно-дорожніх машин є:

- технічна характеристика базового тягача, для якого потрібно спроектувати причіпне або навісне обладнання;
- особливості призначення машини (ґрунтові умови, вид виконуваних робіт);
- основні параметри робочого органа (ковша, відвалу і т.п.), продуктивність машини тощо.

Наприклад, для проєктування одноківшевих екскаваторів задають місткість ковша, призначення екскаватора, вид робочого обладнання; для багатоківшевих екскаваторів встановлюють продуктивність, параметри забою, вид робочого обладнання.

Оцінка результатів проектування

У пояснювальній записці слід показати уміння студента використовувати комп'ютерну техніку в розрахунково-конструкторській практиці і застосування систем автоматизованого проектування.

Оцінка результатів виконання курсового проекту здійснюється з урахуванням:

- обраної теми проекту (актуальності, новизни, практичного значення, доцільності впровадження у виробництво);
- змісту виконаної студентом роботи (глибини розробки, використання сучасних засобів розрахунку, ступеня охоплення основних питань проектування, систематизації матеріалу, грамотності викладення);
- володіння студентом сучасними методами інформаційних технологій;
- обсягу та якості оформлення проекту.

1.3. Науково-дослідна робота студентів

Впровадження наукових досліджень у навчальний процес на старших курсах закладу вищої освіти має супроводжуватися використанням їх результатів у курсовому та дипломному проектуванні. Тому необхідні тематичне пов'язання даних форм навчального процесу і визначення напряму проектування водночас з видаванням завдання на науково-дослідну роботу.

Насамперед, це стосується курсових і дипломних робіт магістрантів за спеціальністю «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання».

Послідовність виконання досліджень

Послідовність науково-дослідної роботи така:

- виконання аналітичного огляду;
- формулювання мети і завдань дослідження;
- висування теоретичної гіпотези;
- експериментальне дослідження;
- методика та апаратура досліджень;
- результати експерименту та порівняння їх з теоретичними гіпотезами;
- висновки і результати використання наукової розробки у курсовому або дипломному проєкті.

1.4. Пояснювальна записка

Пояснювальна записка курсового проекту вміщує: зміст проекту; вступ; ряд розділів, що відображають розробку машини; список використаних джерел; додатки. Залежно від рівня завдань, що вирішуються, цей перелік може бути змінений.

Зміст проекту

У змісті курсового проекту на першій сторінці пояснювальної записки наводять його структурні розділи, які обов'язково нумерують.

Вступ

У вступі наводять стисле обґрунтування актуальності теми проекту з посиланнями на відповідні джерела науково-технічної інформації. Обґрунтовується доцільність конструкторської розробки і вдосконалення існуючої техніки. Даються стисла характеристика основної **ідеї проекту** та перелік питань, що отримали в ньому творче рішення.

Перший розділ проекту

У першому розділі курсового проекту визначають **основні параметри машини**, що проектується. За результатами вивчення літератури та інших першоджерел обґрунтовується вибір принципової схеми та вихідних параметрів для об'єкта, який проектується, наприклад:

- призначення і область застосування машини;
 - огляд існуючих конструктивних рішень машин даного призначення та розробка принципової схеми;
 - обґрунтування та розрахунок основних параметрів.
- Встановлюють масу, робочі зусилля, тип, розміри та геометрію робочого органа, робочі і транспортні швидкості, потужність двигуна.

Другий розділ проєкту

У другому (основному) розділі курсового проєкту **визначають діючі навантаження і виконують розрахунки на міцність і довговічність конструкції машини**, наприклад:

- обґрунтування розрахункових положень і знаходження зовнішніх навантажень;
- встановлення навантажень у приводах управління;
- вибір матеріалів і розрахунки на міцність (можливе виділення таких підрозділів: металоконструкції; передачі; оцінка довговічності основних елементів конструкції);
- техніко-економічний аналіз ефективності конструкторських рішень.

1) За потреби наводять заходи щодо **автоматизації робочого процесу**, а саме:

- обґрунтування необхідності автоматизації;
- укладання технічних умов на проектування автоматичної системи;
- розробка принципової схеми і розрахунок основних параметрів автоматизованої системи;
- вибір елементів системи і їхні технічні характеристики.

2) Розробка питань **технічної експлуатації** охоплює:

- складання інструкції з експлуатації машини або доповнень до діючої інструкції при модернізації машини;
- розробку заходів з технічного обслуговування (заправлення, мащення, регулювання, зміст технічних заходів та обслуговування).

3) У проєкт також можна включити **технологічну частину**, яка містить:

- розробку технологічного процесу виготовлення або ремонту характерної деталі проєктованої машини, розбирання і збирання одного з агрегатів (технічні умови на виготовлення, ремонт та збирання; вибір обладнання та інструменту; розрахунок режимів обробки та норм часу);
- конструювання і розрахунок пристосувань, технологічної оснастки тощо.

Третій розділ проєкту

Третій розділ курсового проєкту присвячують розробці **заходів з охорони праці і навколишнього середовища**:

- аналізу умов роботи оператора проєктованої машини;
- встановленню небезпечних зон і розробці заходів з охорони праці;
- розрахунково-конструкторській розробці конкретного заходу з охорони праці і навколишнього середовища (наприклад, розрахунок

стійкості, укладання карти огляду, створення комфорту на робочому місці, ілюмінація, зменшення шкідливих викидів).

Четвертий розділ проекту

У четвертому розділі курсового проекту визначають **техніко-економічну ефективність** запропонованої конструкції, наводять:

- вибір показників порівняльної економічної ефективності;
- розрахунок капітальних вкладень;
- визначення річної експлуатаційної продуктивності;
- розрахунок річних поточних витрат;
- визначення народногосподарського економічного ефекту (матеріального, соціального);
- розрахунок питомих показників (матеріаломісткість, трудомісткість, енергоємність) та терміну окупності;
- порівняння проектного об'єкта з кращими зразками сучасної техніки;
- складання і подачу заявок на винаходи, технічні вдосконалення.

Список використаних джерел

Список літератури за темою курсового проекту складають відповідно до вимог державного стандарту з обов'язковим наведенням назв праць і прізвищ усіх співавторів. Його можна розміщувати одним із способів: у порядку появи посилань у тексті (найбільш зручний для користування); в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків; у хронологічному порядку.

Бібліографічний опис джерел складають відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи (ГОСТ 7.1-84 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления», ДСТУ 3582-97 «Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила»).

Додатки

Як правило додатки містять:

- допоміжний матеріал, необхідний для повноти сприйняття курсового проекту;
- проміжні математичні доведення, формули і розрахунки;
- таблиці допоміжних цифрових даних;
- розрахунки економічного ефекту;

- опис алгоритмів і програм вирішення завдань на ЕОМ, які розроблені в процесі виконання роботи;
- ілюстрації допоміжного характеру.

Кожний додаток повинен мати заголовок, надрукований угорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами, з першої великої друкується слово «Додаток » і велика літера, що позначає додаток.

Додатки позначають послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ъ, наприклад, «додаток А», «додаток Б» і т.д. Один додаток позначається як «Додаток А».

1.5. Графічна частина проєкту

Зміст і компоновка

У графічну частину проєкту включають технічні рішення, що відображають самостійну творчість студента. У графічній частині, як правило, наводять загальний вигляд машини. Якщо модернізується окремий механізм або вузол машини, то на загальному вигляді потрібно виділити особливості його конструювальної ув'язки з іншими суміжними елементами конструкції.

Кількість листів графічної частини встановлюється такою, щоб запропоноване конструкторське рішення було всебічно обґрунтовано. Кількість проєкцій, розрізів, перерізів складальних одиниць повинно бути достатнім для просторового уявлення спряжених вузлів і деталей.

Структура графічної частини

У структурі графічної частини включаються кінематичні, гідравлічні, електричні схеми, розроблені або вдосконалені студентом. Для магістрантів можуть бути додані плакати, що ілюструють зміст наукової розробки студента і відображають результати техніко-економічного аналізу результатів досліджень.

Технологічна частина проєкту повинна містити графічні розробки у вигляді робочих креслень, поопераційних карт технологічних процесів обробки деталі, креслень пристроїв, нестандартного технологічного обладнання.

Багато навести графічні конструкторські розробки, присвячені: забезпеченню безпечних умов праці (схеми до оцінки стійкості машини, карти оглядовості, схеми забезпечення електробезпеки); покращенню ергономічних показників (схеми сидінь, пульту управління, пилососних приладів, створення сприятливого мікроклімату).

1.6. Тенденції та шляхи модернізації машин

Правильний вибір напряму розробки та модернізації машини у переважній більшості вирішує питання експлуатаційних властивостей, техніко-економічних показників і, насамперед, якість машини.

Основні параметри землерийно-дорожньої техніки

До основних параметрів землерийно-дорожніх машин належать:

- потужність встановленого двигуна
- робочі і транспортні швидкості машини
- швидкості основних виконавчих механізмів
- тип та розміри робочого обладнання
- параметри ходового пристрою машини
- тип і характеристика механізмів управління
- габаритні розміри і маса машини.

Для машин, що проектуються з використанням серійних тягачів, двигунів і передач, деякі з названих параметрів співпадають з аналогічними характеристиками цих агрегатів.

Тенденції підвищення ефективності машин

Основні напрями підвищення ефективності машини, які необхідно враховувати під час проектування, вибору конструктивної схеми і параметрів:

- підвищення універсальності машин, адаптація до виконання різних робіт у різноманітних ґрунтових і кліматичних умовах (здебільшого для машин малого і середнього типорозмірів);
- створення машин вузького призначення, що застосовуються для виконання масових об'ємів однотипних робіт;
- зростання одиничної потужності, розмірів і маси машин (у тому числі збільшення потужності силової установки), що супроводжується підвищенням їх продуктивності;
- збільшення енергонасиченості машин;
- підвищення робочих і транспортних швидкостей;
- автоматизація окремих елементів циклу та усього робочого процесу, що дозволяє підвищити продуктивність і якість виконуваних робіт і застосувати за потреби дистанційне управління;
- інтенсифікація робочого процесу в межах традиційної взаємодії робочих органів з розроблюваним середовищем і за допомогою нових засобів впливу на нього;

- поліпшення тягово-зчіпних якостей землерийно-транспортних машин шляхом вдосконалення рушіїв та підвищення коефіцієнту використання зчіпної ваги;
- вдосконалення вузлів машин, трансмісії, двигуна, ходової частини, систем управління завдяки застосуванню нових, прогресивних технічних рішень;
- підвищення надійності та довговічності машин;
- поліпшення технологічності, ремонтпридатності, вигоди технічного обслуговування машин на основі їх модульного компонування, доцільність уніфікації вузлів і деталей;
- підвищення мобільності, транспортабельності, маневреності та прохідності машин, широке використання для цієї мети пневмоколісного ходу;
- забезпечення безаварійної та безпечної роботи, створення комфортних умов праці для оператора, що відповідає сучасним ергономічним і соціальним вимогам;
- облаштування машин приладами, що реєструють кількість виконаної роботи і дозволяють контролювати її якість.

Підвищення ефективності машин не можливе без глибокого знання умов роботи і технологічних процесів, ретельного аналізу патентно-технічної інформації, у тому числі і з використанням можливостей глобальної комп'ютерної мережі, вивчення вітчизняного і зарубіжного досвіду проектування, виробництва та експлуатації машин. У результаті такого аналізу формуються і визначаються тенденції розвитку того або іншого типу машин та їхніх основних вузлів.

Безсумнівною перевагою проєкту є використання у ньому результатів самостійних наукових досліджень автора та інших досліджень, виконаних у розглядуваній області. Параметри проєктованих машин повинні бути не нижче рівня, обумовлених відповідними держстандартами.

Етапи проєктування

За даними, отриманими у процесі виконання курсового проєкту, оформлюється *технічний опис конструкції* машини з обґрунтуванням прийнятої *загальної конструктивної схеми* і *основних рішень її вузлів*.

Далі проводяться *розрахунки параметрів машини*, на основі яких складається її *технічна характеристика*. Остання є підсумком і результатом виконання курсового проєкту.

2. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Предмет, мета і завдання

Програма складена на основі вимог кваліфікаційної характеристики для спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» і типової програми дисципліни.

Дисципліна «Синтез землерийної і дорожньої техніки» є складовою частиною професійної підготовки інженерів-механіків, зокрема тих, які працюють в галузі машинобудування.

У дисципліні **вивчаються** характеристики взаємодії землерийних і дорожніх машин із робочим середовищем, умови експлуатації та фактори, що впливають на опір робочим органам і ходовій частині машин; розглядаються формування динамічних зусиль на робочому обладнанні, рушіях і в тяговому приводі енергонасичених машин на підставі положень нелінійної механіки; надаються відомості про нові та вдосконалення існуючих методів і засобів випробувань машин, обробки і аналізу одержаних даних; приділено увагу створенню у масштабах підприємств, виробничих об'єднань і галузі в цілому системи комплексних досліджень і випробувань надійності землерийно-дорожньої техніки.

Основна мета – визначення головних параметрів і прогнозування комплексної завантаженості землерийно-дорожніх машин, які забезпечують створення техніки з найвищим виробничим потенціалом і заданим рівнем довговічності.

Завдання дисципліни – вивчення нових закономірностей формування динамічних зусиль на робочому і ходовому обладнанні, тяговому приводі енергонасичених, асиметрично навантажених пневмоколісних землерийно-дорожніх машин і прогнозування їх головних параметрів і навантажень силових ланок.

Програму дисципліни «Синтез землерийної і дорожньої техніки» розраховано на два семестри (усього 255 год або 8,5 кредитів). Для денної форми навчання передбачається проведення 30 лекцій (60 год), 9 лабораторних (18 год), 21 практичне заняття (42 год) і 135 год самостійної роботи. Отримавши певні знання і практичні навички, студенти у першому семестрі виконують розрахунково-графічну роботу, а у другому – курсовий проєкт. Вивчення дисципліни у першому семестрі закінчується заліком, а у другому – іспитом.

Для заочної форми навчання програму дисципліни передбачено 7 лекцій (14 год), 9 лабораторних (18 год) і 17 практичних (34 год). На самостійну роботу відведено 191 год, протягом яких виконується

розрахунково-графічна робота і курсовий проект. Вивчення дисципліни у першому семестрі завершується заліком, а у другому – іспитом.

Самостійна робота включає підготовку до лекцій, лабораторних і практичних занять, самостійне виконання розділів курсового проекту, роботу під керівництвом викладача, консультації з викладачем у позааудиторний час. Самостійна робота передбачає роботу з навчально-методичною літературою, нормативною літературою, довідниками, державними стандартами.

Програму складено з урахуванням профілізації майбутнього спеціаліста, окремих проблем виробничо-технологічної, організаційно-управлінської та проектної підготовки, на які зверталась увага під час читання лекцій. Зміст програми відповідає змісту програми для студентів денної форми навчання.

Технічні засоби навчання включають плакати тематичного напрямку, комп'ютерні та паперові тести, фолії, макети, зразки, вимірювальний інструмент.

У процесі виконання курсового проєктування (розрахунок робочого обладнання і приводів), а також при виконанні графічної частини передбачається використання комп'ютерних продуктів.

Під час вивчення дисципліни студент повинен опрацювати всі теми згідно з робочою програмою, закріпити знання на практичних і лабораторних заняттях, виконати курсовий проєкт (для всіх форм навчання).

Лекційний курс складається з розділів і відповідає матеріалу, викладеному в рекомендованих літературних джерелах, бібліографічний опис яких наведено далі.

Робочу програму розроблено із врахуванням методичних рекомендацій із введення модульно-рейтингової системи.

Модульно-рейтингова система сприяє підвищенню якості навчання студентів, спонукає студентів до систематичної роботи протягом семестру, регулярного відвідування занять, своєчасного виконання елементів модуля, самостійного виконання визначених завдань, використання нормативно-технічної інформації. Крім того, впровадження зазначеної системи дозволяє студенту отримати підсумкову оцінку без складання підсумкового заліку або іспиту на підставі узагальнення достатньої кількості поточних і рубіжних оцінок, зменшити фізичне і психологічне навантаження студентів під час сесії.

Навчальний матеріал курсу розподіляється на три модулі. За кожним модулем визначено різні види роботи, система оцінювання. Всі методичні матеріали і рекомендації наведено у відповідних таблицях.

2.2. Тематичний план курсу і розподіл годин

Номер пор.	Назва модулів, складові, тематика	Розподіл навантаження, год.				
		Всього	Лекцій	Практ.	Лабор.	СРС
1	2	3	4	5	6	7
	МОДУЛЬ 1 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИН					
1	1. Стан землерийно-дорожньої техніки в Україні. Принципи створення високопродуктивних машин. Модульна система побудови землерийно-дорожніх машин. Конкурентоспроможність та надійність машин		4			
	2. Вдосконалення робочих процесів землерийно-дорожніх машин. Умови експлуатації машин. Амплітудно-частотні характеристики процесу різання. Визначення кута зсуву ґрунту. Навантаження землерийно-дорожніх машин тяговим зусиллям		4			
	3. Фактори опору робочим органам машин. Ґрунтонапрямні поверхні. Стохастичність та варіація опорів. Затуплення різальних елементів. Інерційність процесу. Вплив швидкості робочих органів. Суперпозиція зовнішніх опорів. Статистичні параметри опору		6			
	4. Вплив середовища на роботу механізмів машин. Взаємодія рушіїв із підґрунтям. Опір середовища відвалу бульдозера. Опір зануренню ковша навантажувача. Опір робочому органу автогрейдера. Тягові характеристики ЗДМ		6			

1	2	3	4	5	6	7
2	<i>Практичні заняття</i> Прогнозування основних параметрів землерийно-дорожніх машин Ефективність використання бульдозерів для влаштування земляного полотна Розрахунок багатоківшевого траншейного екскаватори Встановлення параметрів машин для ущільнення дорожньо-будівельних матеріалів			4 4 4 2		
3	<i>Лабораторні роботи</i> Визначення питомого опору розробки ґрунту бульдозерним відвалом Визначення експлуатаційної змінної продуктивності одноківшевого екскаватора				4 4	
4	<i>Курсовий проєкт</i> Визначення основних параметрів землерийно-дорожньої техніки. Рекомендації до створення землерийно-дорожніх машин. Аналіз існуючих технічних рішень та постановка задачі проектування					
Всього в модулі:		87	20	14	8	45
	<i>МОДУЛЬ 2</i> ДИНАМІКА ЗЕМЛЕРИЙНО-ДОРОЖНІХ МАШИН					
5	1. Види та аналіз динамічних навантажень машин. Динамічні навантаження на робочих органах. Автоколивання землерийно-дорожніх машин. Навантаження за різкого зрушення з місця. Статистичні навантаження в тяговому приводі. Зусилля в асиметрично навантаженій трансмісії. Навантаження під час вмикання муфти зчеплення		8			

1	2	3	4	5	6	7
	2. Динаміка шарнірних з'єднань пневмоколісних машин. Математичний апарат дослідження. Рискання і диферент шарнірів		4			
	3. Прогнозування динамічних навантажень машин. Потужність двигуна автогрейдера. Основні параметри навантажувачів. Динамічні навантаження ЗДМ на робочих органах. Розрахункове навантаження на ходове обладнання. Граничне навантаження на деталі трансмісії. Екстремальні зусилля асиметрично-навантажених трансмісій. Обмежувачі навантажень		8			
6	Практичні заняття Тяговий розрахунок вантажного автомобіля з причепами Тяговий розрахунок тракторного поїзда при будівництві доріг Розрахунок застосування скреперів за різних ґрунтових і технологічних умов			4 4 4		
	Розрахунок обладнання гідромеханізації земляних робіт			2		
7	Лабораторні заняття Визначення паливної економічності самохідних машин Визначення показників ергономічності дорожніх машин				2 2	
8	Курсовий проєкт Розрахунок основних параметрів: бульдозерів; скреперів; автогрейдерів; одноківшевих екскаваторів (з канатно-блочним приводом, з гідравлічним приводом); багатоківшевих екскаваторів (роторних траншейних, ланцюгових траншейних); навантажувачів; машин для ущільнення ґрунтів					
Всього в модулі:		83	20	14	4	45

1	2	3	4	5	6	7
	МОДУЛЬ 3 ПРИСКОРЕНІ ВИПРОБУ- ВАННЯ МАШИН					
9	1. Режими навантаження та надійність машин. Статистичні методи розрахунку навантажень. Надійність машин. Безвідмовність машин. Довговічність металоконструкцій. Якість машин		6			
	2. Класифікація та вимоги до прискорених випробувань. Основні поняття. Природа втомного руйнування. Класифікація прискорених випробувань. Визначення навантажувальних режимів		4			
	3. Аналіз і алгоритми випробувань металоконструкцій. Випробування надійності конструкцій машин. Полігармонічне навантаження. Двочастотне навантаження. Зв'язок між натурним і стендовим випробуваннями. Вібраційне навантаження. Алгоритми проведення прискорених випробувань		6			
	4. Обладнання та апаратура стендових випробувань. Система комплексних випробувань. Апаратура для визначення навантажень машин. Випробувальне обладнання. Оптимальність випробувань. Випробувальні стенди. Підвищення надійності випробування машин		4			
10	Практичні заняття Розрахунок машин для швидкісного будівництва доріг і аеродромів Визначення раціональних параметрів автогрейдера графоаналітичним методом			4 4		

1	2	3	4	5	6	7
	Оптимізація використання машинно-дорожнього парку Розрахунок регламентних робіт землерийно-дорожніх машин			4 2		
11	Лабораторні заняття Визначення показників ергономічності дорожніх машин Визначення паливної економічності самохідних машин				2 2	
12	Курсовий проект Динамічні навантаження і розрахунок на міцність конструкцій машин. Вибір допустимих напружень. Розрахунок металоконструкцій на витривалість					
<i>Всього в модулі:</i>		83	20	14	4	45
Всього в курсі:		255	60	42	18	135

2.3. Самостійна підготовка студентів

Самостійна підготовка студента передбачає опанування матеріалу теоретичного курсу в межах модулів, виконання розрахунково-графічної роботи і частин курсового проекту, які входять до кожного з модулів.

Номер модуля	Вид навантаження для самостійної підготовки, передбачений планом	Кількість годин
1	Опанування матеріалу лекційного курсу відповідно до пп.1-3	10
	Виконання розрахунково-графічної роботи	35
	Всього:	45
2	Опанування матеріалу лекційного курсу відповідно до пп. 1-3	10
	Виконання частини курсового проекту	35
	Всього:	45
3	Опанування матеріалу лекційного курсу відповідно до пп.1-3	10
	Виконання частини курсового проекту	35
	Всього:	45
Всього по курсу:		135

2.4. Контрольні запитання для самостійної підготовки

Модуль 1

1. Які машини забезпечують транспортне будівництво й експлуатацію доріг; де вони виготовляються?
2. В чому полягає модульність компонування машин для земляних робіт?
3. Назвіть структурні елементи машин традиційного і модульного виконання.
4. Специфіка модульного формування технічних об'єктів. Наведіть структурно-логічну схему МФТ.
5. Основні положення, фактори, конструктивні рішення та методи, які забезпечують створення надійної конкурентоспроможної землерийно-дорожньої техніки.
6. Що таке фон експлуатації машин і як він впливає на їх працездатність?
7. Як впливають амплітудно-частотні характеристики сколів ґрунту на процес різання?
8. Визначте на прикладах характер зміни кута зсуву ґрунту залежно від особливостей протікання процесу різання.
9. Характеристики навантаження землерийно-дорожніх машин тяговим зусиллям.
10. Особливості впливу ґрунтонапрямних поверхонь робочого органа на опір його розробки землерийною машиною. Наведіть приклади.
11. Фактори стохастичності процесу різання. Як вони впливають на опір руйнуванню ґрунту і враховуються різними авторами?
12. Вплив затуплення ножа на процес різання ґрунту.
13. Як впливає інерційність опору ґрунту при переході від стану спокою до стану руху?
14. Вплив швидкості на процес наповнення ковша землерийної машини (ґрунтонапрямні апарати, інерційні сили).
15. Формування зовнішніх опорів і врахування їх при визначенні опору копанню ґрунту широким ножом.
16. В чому полягає фізико-статистичний метод врахування навантажень машин для земляних робіт?
17. Особливості взаємодії пневмоколісного рушія землерийної машини з опорною поверхнею.
18. Як впливає неоднорідність середовища і випадковість поверхні руху на інтенсивність зростання опору і стопоріння машини?
19. Особливості опору зануренню ковша навантажувача в розроблюване середовище.

20. Характеристика зовнішніх опорів на робочих органах автогрейдера.

21. У чому полягають особливості тягових розрахунків при визначенні навантажень енергонасичених пневмоколісних землерийних машин?

22. Як оцінити середнє навантаження автогрейдера з колісною формулою $1 \times 2 \times 3$?

23. Особливості врахування екстремальних статичних навантажень землерийно-дорожніх машин.

Модуль 2

1. Обґрунтуйте динамічну модель пневмоколісної землерийно-дорожньої машини у процесі стопоріння.

2. Зовнішні динамічні навантаження на одномасну пневмоколісну машину з лінійною по шляху зміною реакції на робочому органі.

3. Закономірності формування динамічних навантажень пневмоколісних машин.

4. У чому суть дослідження автоколивань робочого процесу землерийно-дорожніх машин?

5. Наведіть розрахункову модель ЗДМ при автоколюваннях і типові осцилограми для автогрейдера, бульдозера, навантажувача.

6. Дайте пояснення росту амплітуд автоколивань залежно від швидкості руху ЗДМ і відстані між її центром тяжіння та опорою відвалу.

7. В чому полягає наближена оцінка граничного навантаження на ведучі колеса й у трансмісії пневмоколісних машин при автоколюваннях?

8. Які додаткові динамічні навантаження виникають при різкому зрушенні машини з місця?

9. Наведіть приклади статистичних динамічних зусиль в тяговому приводі автогрейдера.

10. Проаналізуйте статистичні динамічні зусилля основних деталей асиметрично навантаженої трансмісії автогрейдера.

11. Охарактеризуйте зусилля у трансмісії пневмоколісної машини при вмиканні муфти зчеплення.

12. Сформулюйте основну ідею і вимоги до моделювання шарнірно-з'єднаних пневмоколісних машин?

13. У чому полягає суть і як проводиться дослідження явища ривка фронтального навантажувача?

14. Як виконуються дослідження диференту шарнірно-з'єднаних механізмів та їх основні залежності?

15. Від чого залежить і як визначається потужність двигуна автогрейдера?

16. Основні параметри одноківшевих колісних фронтальних навантажувачів традиційної конструкції.

17. Назвіть основні параметри малогабаритних навантажувачів із бортовою системою повороту.

18. Основні класи зовнішніх динамічних навантажень ЗДМ на робочих органах і особливості їх формування.

19. Як оцінюються граничні навантаження на ходове обладнання колісних машин та основні їх закономірності.

20. Прогнозування статистичних динамічних навантажень деталей механічної трансмісії автогрейдера.

21. Як оцінюються екстремальні зусилля асиметрично-навантажених трансмісій пневмоколісних машин?

22. Яким чином вирішується зменшення граничних зусиль на нерозвантажених від згинаючих моментів колісних півосях і центральних півосях машин?

23. Пристрої, що застосовуються для обмеження навантажень в енергонасичених пневмоколісних машинах, їх принцип дії?

Модуль 3

1. Які існують способи і режими навантаження землерийно-дорожніх машин?

2. Основні показники надійності машин та їх розрахунок.

3. Безвідмовність машини і характеристика основних етапів її роботи.

4. Напруги в елементах металоконструкцій ЗДМ та їх довговічність.

5. Наведіть показники надійності і якості землерийно-дорожніх машин.

6. У чому полягає суть прискорених випробувань машин?

7. Втомне руйнування і його фізична сутність.

8. Види прискорених випробувань: за призначенням, за способом оцінки результатів, за характером режимів навантаження, за умовами проведення.

9. Визначення навантажувальних режимів при прискорених випробуваннях.

10. Вимоги до проведення прискорених випробувань надійності конструкцій машин.

11. Втомленість конструкції при полігармонічному, випадковому навантаженні.

12. Довговічність металоконструкцій при двочастотному навантаженні.

13. Зв'язок між характеристиками натурального і стендового випробування машин.

14. Випробування жорсткості металоконструкцій в процесі вібронавантаження.

15. Назвіть послідовність та алгоритми прискорених випробувань.

16. Що передбачається системою комплексного дослідження і випробувань надійності машин?

17. Яка апаратура використовується для визначення режимів навантаження землерийно-дорожніх машин?

18. Яким вимогам має відповідати випробувальне обладнання?

19. Чим обумовлюється тривалість випробування і оптимальний рівень надійності?

20. Назвіть головні параметри і типорозмірні ряди випробувальних стендів.

21. Наведіть приклади стендів для прискорених випробувань причіпного і навісного обладнання, для ударних випробувань та випробування металоконструкцій ЗДМ.

22. Назвіть особливості стендів для випробування гідроприводів і гідро циліндрів машин.

23. Основні напрями підвищення надійності та ефективності випробування машин.

2.5. Контроль і оцінювання знань

Система контролю за навчальною діяльністю студента передбачає:

– *контроль за поточною навчальною діяльністю*, де об'єктами контролю є навчальна інформація, передбачена тематичним планом курсу, вміння користуватись ДСТУ, довідниками та іншою літературою, додержання графіка виконання курсової роботи;

– *рубіжний контроль* проводиться у формі індивідуальних рейтингових тестів, результатів захисту лабораторних робіт і оцінюється у відповідних балах. Об'єктом контролю виступає кожний модуль;

– *підсумковий контроль* передбачає оцінювання з виставленням загальної оцінки за результатами виконання завдань, передбачених модулями.

Формою підсумкового контролю є іспит, який може складатись у письмовій формі.

Основною формою поточного контролю є принцип рейтингово-модульної діяльності студентів, а іспит виступає підсумковою формою рейтингового оцінювання якості знань студентів.

До іспиту допускаються студенти, які повністю виконали навчальний план з курсу, завдання поточної модульної атестації, опанували запланований обсяг самостійної роботи, виконали курсову роботу.

2.6. Критерії оцінювання знань і навичок

Початковий

Студент володіє навчальним матеріалом на рівні засвоєння окремих термінів, елементів навчального плану, без чіткого зв'язку між ними; відповідає на елементарні запитання, які потребують однозначної відповіді «так» чи «ні».

Студент мало усвідомлює мету навчальної діяльності, робить спробу знайти способи дій, розповісти суть заданого, проте відповідає лише за допомогою викладача на рівні «так» чи «ні», може самостійно знайти в підручнику відповідь.

Середній

Студент володіє початковими знаннями, знає близько половини навчального матеріалу, здатний відтворити його відповідно до тексту підручника або пояснень викладача; недостатньо орієнтується у поняттях, визначеннях, самостійне опрацювання навчального матеріалу викликає труднощі, не вміє без консультацій з викладачем самостійно користуватись довідниками, стандартами.

Студент розуміє сутність предмета, може дати основні визначення, поняття, однак з помилками, впевнено працює з підручниками, може самостійно оволодівати частиною навчального матеріалу; у відповідях не завжди виявляє логічність і послідовність.

Студент розуміє основні положення навчального матеріалу, робить певні висновки; відповідь може бути правильною, проте недостатньо осмисленою, самостійно відтворює більшу частину матеріалу; вміє застосовувати додаткову літературу.

Достатній

Студент правильно і логічно відтворює навчальний матеріал, розуміє основні положення дисципліни, аналізує технічні завдання, вміє наводити свої власні приклади на підтвердження певних думок, застосовувати теоретичні знання під час розв'язування типових та нестандартних технічних задач, правильно використовує технічну термінологію, може самостійно користуватись додатковою літературою, стандартами, правильно оформлювати технічну документацію.

Знання студента досить повні, він вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях, логічно висвітлює суспільні події в державі і за рубежом, вміє аналізувати, робити висновки; відповідь його повна, логічна, обґрунтована, однак з деякими неточностями; вміє самостійно працювати, може підготувати реферат і захистити його положення.

Студент достатньо вільно володіє вивченим матеріалом, застосовує знання у вирішенні типових технічних завдань, вміє аналізувати і систематизувати інформацію, робить аналітичні висновки, використовує загальновідомі докази у власній аргументації, чітко тлумачить поняття і категорії, може самостійно опрацювати матеріал, виконує творчі завдання, має сформовані типові навички.

Високий

Студент володіє глибоким і міцним знанням і використовує їх у розв'язанні технічних задач, робить аргументовані висновки, самостійно визначає мету власної діяльності; вирішує творчі завдання, знає суміжні дисципліни, використовує знання, аналізуючи професійні ситуації.

Студент володіє узагальненими знаннями з предмета, аргументовано використовує їх, вміє знаходити джерела інформації та аналізувати їх, ставити і вирішувати проблеми, застосовувати вивчений матеріал для вирішення нестандартних питань, спроможний за допомогою викладача підготувати виступ на студентську наукову конференцію, самостійно вивчити матеріал, орієнтується в довідниковій літературі, стандартах, активно застосовує технічну лексику, вміє знаходити інформацію у періодичних виданнях, інтернеті, користується типовими програмами для розрахунку технічних задач, виконання креслень тощо.

Студент має системні знання, виявляє творчі здібності у навчальній діяльності, використовує широкий арсенал засобів для доказу своєї думки, розв'язує запропоновані технічні завдання підвищеної складності, схильний до системно-наукового аналізу, вміє ставити і вирішувати проблеми, самостійно здобувати і використовувати науково-технічну інформацію, виконує під керівництвом викладача науково-дослідну роботу, логічно та творчо викладає матеріал в усній та письмовій формі; розвиває свої здібності та нахили; використовує Інтернет.

2.7. Форми поточного контролю та їх оцінювання в балах

Модуль	Елементи модуля	Кількість балів		Форма контролю
		мінімальна	максимальна	
1	2	5	10	Виконання і захист практичних робіт
	3	5	10	Відпрацювання і захист лабораторних робіт
	4	5	10	Визначення основних параметрів землерийно-дорожньої машини
2	6	5	10	Виконання і захист практичних робіт
	7	5	10	Відпрацювання і захист лабораторних робіт
	8	5	10	Розрахунки робочого органу і приводу машини
3	10	5	10	Виконання і захист практичних робіт
	11	5	10	Відпрацювання і захист лабораторних робіт
	12	5	10	Креслення механізмів, вузлів і деталей машини
		5	10	Оформлення і захист курсового проекту

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сукач М.К. Автомобільні експлуатаційні матеріали. Ч.1. Паливно-мастильні матеріали та спеціальні рідини: навч. посіб. для дистанційного навчання / М.К. Сукач, В.П. Сидоренко, Г.О. Аржаєв та ін. – Київ : Ун-т «Україна», 2006. – 252 с.
2. Баладінський В.Л. Техніка будівництва: навч. посіб. / В.Л. Баладінський, О.М. Лівінський, Ю.Д. Абрашкевич та ін. – Київ : КНУБА, 2003. – 368 с.
3. Баладінський В.Л. Будівельна техніка: підручник / В.Л. Баладінський, І.І. Назаренко, О.Г. Онищенко. – Київ-Полтава : КНУБА-ПНТУ, 2002. – 463 с.
4. Баладинский В.Л. Машины для земляных работ / В.Л. Баладинский, А.Н. Гарквенко, С.В. Кравец и др. – Рівне : РДТУ, 1999. – 228 с.
5. Будівельна техніка: методичні вказівки до виконання практичних і лабораторних робіт / уклад.: М.К. Сукач, Ю.П. Пристайло, Г.І. Боковня та ін. – Київ : КНУБА, 2005. – 90 с.
6. Синтез землерийної і дорожньої техніки: метод. вказівки до лабораторних робіт / уклад.: М.К. Сукач, Марченко О.А. – Київ : КНУБА, 2021. – 24 с.
7. Навчально-методичний комплекс з дисципліни „Методи наукових досліджень і патентознавство” для магістрантів спеціальності 8.080401 «Комп’ютерні науки та інформаційні технології», фахове спрямування «Системи штучного інтелекту» / уклад.: О.І. Безверхий, М.К. Сукач, В.В. Гавриленко. – Київ : НТУ, 2016. – 35 с.
8. І. Г. Кириченко. Наукові основи створення вискоєфективних землерийно-транспортних машин / І.Г. Кириченко, Л.В. Назаров, В.В. Нічке та ін. – Харків: ХНАДУ, 2003. – 588 с.
9. Сукач М.К. Інформаційні технології в наукових дослідженнях: навч. посіб. – Київ : КНУБА, 2006. – 148 с.
10. Сукач М.К. Системи навантажень для дослідження машин: навч. посіб. – Київ : КНУБА, 2020. – 108 с.

Навчально-методичне видання

СИНТЕЗ ЗЕМЛЕРИЙНОЇ І ДОРОЖНЬОЇ ТЕХНІКИ

Методичні вказівки
до виконання курсового проекту
для студентів спеціальності 133
«Галузеве машинобудування» спеціалізації
«Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні,
меліоративні машини і обладнання»
усіх форм навчання

Укладач **СУКАЧ** Михайло Кузьмич

Випусковий редактор *В.С. Сасько*
Комп'ютерне верстання *Р.В. Шушпанової*

Підписано до друку 09.09. 2021. Формат 60 × 84 1/ 16
Ум. друк. арк. 1,63. Обл.-вид. арк 1,75.
Електронний документ. Вид. № 61/3-21.

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

Свідectво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.

